

**KAJIAN PERBEDAAN KUALITAS EMISI GAS BUANG  
MOBIL BENSIN YANG MENGGUNAKAN SISTEM  
PEMBAKARAN *ELECTRONIC FUEL INJECTION (EFI)* DAN  
YANG MENGGUNAKAN SISTEM PEMBAKARAN  
KARBURASI**



**T E S I S**

**NAMA : SLAMET WIDODO**

**NIM : 30000213410008**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG 2016**

## LEMBAR PERSETUJUAN

KAJIAN PERBEDAAN KUALITAS EMISI GAS BUANG MOBIL  
BENSIN YANG MENGGUNAKAN SISTEM PEMBAKARAN *ELECTRONIC  
FUEL INJECTION (EFI)* DAN YANG MENGGUNAKAN SISTEM  
PEMBAKARAN KARBURASI

Disusun oleh:

SLAMET WIDODO

30000213410008

Mengetahui,  
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Dr. Ir. Hermawan, DEA  
NIP. 19600223 198602 1 001

Dr. Haryono Setyo Huboyo, ST, MT  
NIP. 19740214 199903 1 002

Dekan Sekolah Pasca Sarjana  
Universitas Diponegoro

Ketua Program  
Magister Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA  
NIP. 19611228 198603 1 004

Dr. Hadiyanto, ST, MT  
NIP. 19751028 199903 1 00

## LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN PERBEDAAN KUALITAS EMISI GAS BUANG MOBIL  
BENSIN YANG MENGGUNAKAN SISTEM PEMBAKARAN *ELECTRONIC  
FUEL INJECTION (EFI)* DAN YANG MENGGUNAKAN SISTEM  
PEMBAKARAN KARBURASI

Disusun oleh:

SLAMET WIDODO  
NIM. 30000213410008

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 30 Juni 2016  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda Tangan

Dr. Ir. Hermawan, DEA

.....

Anggota :

1. Dr. Haryono Setyo Huboyo, ST, MT

.....

2. Dr. Hadiyanto, ST, MT

.....

3. Dr. Widayat, ST, MT

.....

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan ini seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku

Semarang, Juni 2016

Materai 6000

**Slamet Widodo**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena hanya berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan tesis dengan judul **“KAJIAN PERBEDAAN KUALITAS EMISI GAS BUANG MOBIL BENSIN YANG MENGGUNAKAN SISTEM PEMBAKARAN *ELECTRONIC FUEL INJECTION (EFI)* DAN YANG MENGGUNAKAN SISTEM PEMBAKARAN KARBURASI ”**.

Rasa syukur dan terima kasih sedalam dalamnya mengingat bahwa beberapa kendala dan hambatan yang dijumpai dalam penulisan tesis ini telah dapat dilalui dengan baik, disamping itu penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan lainnya, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun dari semua pihak akan menjadi masukan yang sangat diharapkan..

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hermawan, DEA. selaku Dosen Pembimbing Utama atas ketulusan hati dan kesabarannya dalam membimbing, mendukung dan mengarahkan penulis.
2. Bapak Dr. Haryono Setyo Huboyo, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing ke dua atas diskusi-diskusinya dan memberikan penjelasan mengenai hal-hal yang masih kurang jelas dalam penulisan tesis ini.

3. Bapak Dr. Hadiyanto, ST, MT, dosen penguji I yang sudah memberikan banyak masukan untuk perbaikan skripsi ini dan menunjukkan berbagai kesalahan didalamnya.
4. Bapak Dr. Widayat, ST, MT, dosen penguji II yang sudah memberikan banyak masukan untuk perbaikan skripsi ini dan menunjukkan berbagai kesalahan didalamnya.
5. Bapak Ir. Agus Sriyanto, MSi selaku Kepala Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah yang telah memberikan restu dan restu atas terselesaikannya pendidikan Magister Ilmu Lingkungan di UNDIP ini
6. Bapak Widi Hartanto, ST, MT selaku Kepala Balai Pengujian dan Laboratorium Lingkungan Hidup – Badan Lingkungan Provinsi Jawa Tengah yang telah juga memberikan dukungan dan fasilitasi sarana dan prasarana yang diperlukan dalam penyelesaian tugas tesis ini
7. Staf Seksi Pengujian dan Analisis Udara, Biologi dan Tanah, Balai Pengujian dan Laboratorium Lingkungan Hidup – BLH Provinsi Jawa Tengah
8. Istri dan keluarga tercinta yang telah memeberikan dukungan lahir dan batin
9. Teman dan sahabat yang tidak bisa penulis sebut satu persatu yang telah memberikan motivasi bahan tulisan serta ide-ide dalam penulisan tesis ini
10. Seluruh Staf dan karyawan Magister Ilmu Lingkungan UNDIP.

Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dan membalas segala amal budi serta kebaikan pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini dan semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iiiv
BIODATA PENULIS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	3
1.6 Keaslian Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Gambaran Umum Mesin Roda Empat .....	9
2.1.1 Bagian-Bagian Utama Mesin Mobil .....	9
2.1.2 Cara Kerja Mesin Mobil .....	14
2.2 Prinsip Kerja Mesin Karburasi .....	16
2.2.1 Gambaran Umum Mengenai Karburator .....	16
2.2.2 Komponen Karburator .....	18
2.2.3 Prinsip Kerja Karburator .....	20
2.3 Prinsip Kerja Mesin Injeksi .....	21
2.3.1 Gambaran Umum Mesin Injeksi .....	21

2.3.2 Bagian-Bagian Sistem Injeksi .....	24
2.3.3 Prinsip Kerja Mesin Injeksi .....	24
2.4 Emisi Gas Buang Mesin Roda Empat.....	24
2.4.1 CO (Karbon monoksida) .....	25
2.4.2 CO <sub>2</sub> (Karbon dioksida) .....	26
2.4.3 NO <sub>x</sub> (Nitrogen oksida).....	29
2.4.4 HC (Hidrokarbon) .....	30
2.5 Baku Mutu Gas Pencemar Udara.....	31
2.5.1 Peraturan Menteri LH No. 4 Tahun 2009.....	31
2.5.2 Peraturan Menteri LH No. 5 Tahun 2006.....	37
2.5.3 Kebijakan-Kebijakan yang Diterapkan di Kota Semarang.....	38
2.5.4 Populasi mobil .....	38
2.5.5 Pengaruh Polusi Udara Terhadap Kesehatan.....	39
2.5.6 Kerangka Teori .....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	43
3.1 Kerangka Konsep dan Hipotesis.....	43
3.2 Hipotesis .....	44
3.3 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	45
3.4 Populasi Teknik Sampling dan Sampel .....	45
3.5 Definisi Operasional dan Skala Pengukuran .....	47
3.6 Sumber Data Penelitian .....	48
3.7 Alat dan cara penelitian .....	49
3.7.1 Homologasi/Standar .....	49
3.7.2 Spesifikasi Alat.....	49
3.7.3 Cara penelitian.....	50
3.8 Pengolahan dan Analisis Data .....	51
3.8.1 Pengolahan Data.....	51
3.8.2 Analisis Data .....	52
3.9 Estimasi Kadar Penurunan Beban Pencemar.....	53
3.10 Jadwal Penelitian .....	53



BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Deskriptif Data Hasil Pengujian.....	54
4.1.1 Hasil Pengujian CO yg menggunakan EFI & Karburasi....	55
4.1.2 Hasil Pengujian HC yg menggunakan EFI & Karburasi....	56
4.2 Analisis Uji Hipotesis.....	58
4.2.1 Kualitas Emisi yg menggunakan EFI & Karburasi.....	58
4.2.2 Kualitas Emisi yg mempunyai silinder berbeda.....	63
4.2.3 Kualitas Emisi yg mempunyai th pembuatan berbeda.....	67
4.2.4 Estimasi Penurunan Beban Pencemaran.....	70
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1 Simpulan.....	72
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	<u>74</u>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Keaslian Penelitian .....	4
Tabel 2-1 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L Dengan Mode Test.....	31
Tabel 2-2 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori M Dan N Berbahan Bakar Bensin Dengan Mode Test .....	33
Tabel 2-3 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori L, M, N Dan O Berbahan Bakar Bensin Dengan Idle Test (Tipe II) .....	34
Tabel 2-4 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori M Dan N Berbahan Bakar Diesel Dengan Mode Test .....	34
Tabel 2-5 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Baru Kategori M, N Dan O Berbahan Bakar Diesel Dengan Mode Test ...	36
Tabel 2-6 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Lama Kategori L .....	37
Tabel 2-7 Ambang Batas Emisi Gas Buang - Kendaraan Bermotor Tipe Lama Kategori M, N, Dan O .....	37
Tabel 2-8 Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Di Indonesia Menurut Jenis Tahun 1987-2013 .....	38
Tabel 2-9 Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan Manusia .....	41
Tabel 3-1 Nama Variabel, Definisi Oprasional, Skala dan Kategori.....	47
Tabel 4-1 Rata-rata Kualitas Emisi Gas Buang CO .....	55
Tabel 4.2 Rata-rata Kualitas Emisi Gas Buang HC .....	56
Tabel 4.3 Hasil uji Homogenitas Kualitas Emisi Karburasi & EFI.....	58
Tabel 4.4 Multi Variate Test Kualitas Emisi Karburasi & EFI .....	60
Tabel 4.5 Hasil Analisis Varians dengan GLM Kualitas Emisi Karburasi & EFI.....	60
Tabel 4.6 Hasil uji Homogenitas Kualitas Emisi Kapasitas Silinder Berbeda.....	63
Tabel 4.7 Multi Variate Test Kualitas Emisi Kapasitas Silinder Berbeda.....	65
Tabel 4.8 Hasil Analisis Varians dengan GLM Kualitas Emisi Kapasitas Silinder Berbeda.....	65

Tabel 4.9 Data Tambahan untuk menghitung Beban Pencemaran.....	70
Tabel 4.10 Data Perhitungan Penurunan Beban Pencemarang.....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Blok Silinder Mesin .....	9
Gambar 2-2 Blok Silinder dan Bagian-Bagiannya .....	10
Gambar 2-3 Bagian-Bagian Lengkap Blok Silinder .....	11
Gambar 2-4 Kepala Silinder .....	11
Gambar 2-5 Bagian Dalam Ruang Silinder .....	12
Gambar 2-6 Bagian-Bagian dari Piston .....	12
Gambar 2-7 Poros Engkol / Crankshaft .....	13
Gambar 2-8 Bagian Lengkap dari Roda Penerus dan Kopling .....	13
Gambar 2-9 Proses <i>Intake</i> Pada Ruang Bakar / Silinder .....	14
Gambar 2-10 Proses Kompresi pada Ruang Bakar / Silinder .....	15
Gambar 2-11 Proses Ledakan / Pelepasan Energi Pada Ruang Bakar.....	15
Gambar 2-12 Proses Pembuangan Sisa Pembakaran .....	16
Gambar 2-13 Bagian-Bagian dari Karburator.....	17
Gambar 2-14 Bagian Dalam Karburator .....	18
Gambar 2-15 Prinsip Kerja Karburator.....	21
Gambar 2-16 Skema Umum Mesin Injeksi .....	23
Gambar 2-17 Bagian-Bagian Injektor Secara Umum .....	24
Gambar 2-18 Kerangka Teori.....	42
Gambar 3-1 Kerangka Konsep Penelitian.....	43
Gambar 4-1 Rata-rata Kualitas Emisi Gas Buang CO pada mesin Karburasi dan EFI.....	56
Gambar 4-2 Rata-rata Kualitas Emisi Gas Buang HC pada mesin Karburasi dan EFI.....	57
Gambar 4-3 Hasil Uji Pengaruh kualitas emisi gas buang Hidrokarbon (HC) pada sistem mobil karburasi dan efi yang mempunyai tahun pembuatan yang berbeda.....	69

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Data Penelitian

Lampiran 2 : Hasil Analisis Data

Lampiran 3 : Contoh Hasil Pencarian di Samsat on line

Lampiran 4 : Contoh Brosur Spesifikasi Mobil

## BIODATA PENULIS



Penulis, **Slamet Widodo** dilahirkan di Surakarta, Jawa Tengah pada tanggal 16 Desember 1969 pasangan Ayahanda (alm) Hadi Soeparman, dan Ibunda (alm) Paikem sebagai anak sulung dari 5 bersaudara. Pendidikan dasar ditempuh di SDN No. 22 Carangan Surakarta lulus pada tahun 1982, kemudian dilanjutkan di SMPN 6 Surakarta lulus pada tahun 1985, dilanjutkan lagi di SMAN 7 Surakarta lulus pada tahun 1988. Pada pendidikan tinggi penulis mulai kuliah di UNS dengan mengambil jurusan **D3 Hiperkes & KK** lulus pada tahun 1992, kemudian pada tahun 1996 mendapat beasiswa Q11 dari AUSAID untuk melanjutkan kuliah di **Post Graduate Diploma in Science** University of Queensland Australia lulus pada tahun 1998, serta pada tahun 1999 mengambil kuliah lagi di **Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan** di Yogyakarta lulus pada tahun 2004

Pengalaman kerja dimulai pada tahun 1992 diangkat sebagai CPNS di **Kantor Departemen Tenaga Kerja Kodya Batam** Riau sampai dengan tahun 1994, kemudian dimutasi ke **Kanwil Depnaker Provinsi Riau di Pekanbaru** sampai tahun 1996, dan pada tahun 1996-1998 kuliah beasiswa dari AUSAID, tahun 1999 – 2004 kuliah di STTL Yogyakarta, pada tahun 2006 mutasi ke **Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Tengah sampai dengan sekarang**

Tahun 2013 penulis mendapat kesempatan lagi untuk menimba ilmu di Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang

## ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang paling mudah ditemui di kehidupan sehari-hari. Diantara sumber polutan udara adalah kendaraan bermotor, dimana pada kota besar 98% polutan udara berasal dari kendaraan bermotor, hal ini berhubungan dengan proses pembakaran bahan bakar pada mesin mobil, dimana terdapat dua sistem pembakaran yaitu sistem injeksi dan sistem karburasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat emisi gas pencemar udara yang dihasilkan oleh gas buang mobil bermesin injeksi dan karburasi. Hasil kedua jenis mesin tersebut kemudian dibandingkan untuk mengetahui penurunan tingkat emisi gas pencemar udara yang dihasilkan.

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan menggunakan sampel random yang merupakan studi analisis dari keadaan yang sebenarnya dengan melibatkan beberapa sampel yang akan ditentukan dari total populasi yang ada di Kota Semarang dan Solo. Jumlah sampel yang diambil diharapkan dapat mencerminkan seluruh populasi yang ada. Terdapat 120 sampel terdiri dari 60 sampel mobil bensin yang menggunakan sistem pembakaran karburasi dan 60 sampel mobil bensin yang menggunakan sistem pembakaran EFI, dari masing-masing sistem pembakaran tersebut dibagi 4 group masing-masing 15 sampel yang menggunakan kapasitas silinder 1300 cc, 1500 cc, 1800 cc dan 2000 cc. Analisis Data untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini adalah menggunakan ANOVA dua jalur (*Two Way Multivariate Analysis Of Varians*) dengan hasil sebagai berikut : Hasil kualitas emisi mobil bensin sangat ditentukan oleh sistem pembakarannya dalam hal ini kualitas emisi mobil bensin yang menggunakan EFI lebih baik dari pada yang menggunakan karburasi, Kapasitas silinder atau CC mobil juga mempengaruhi kualitas emisi hidrokarbon akan tetapi tidak mempengaruhi kualitas emisi karbonmonoksida, artinya semakin besar CC mobil tersebut maka akan semakin besar pula polutan hidrokarbon dikeluarkan, Dalam penelitian ini semakin tua atau semakin muda sebuah mobil ternyata tidak mempengaruhi polutan yang dihasilkan (CO dan HC) baik pada sistem pembakaran secara karburasi maupun EFI, estimasi beban pencemaran akan berkurang 24,06 % untuk parameter Hidrokarbon (HC) dan berkurang 46,74 % untuk parameter karbonmonoksida (CO) apabila menggunakan sistem EFI.

Apa yang didapat dalam kajian ini adalah bahwa ternyata teknologi secara nyata dapat mengurangi secara signifikan pencemaran udara terutama yang diemisikan dari kendaraan bermotor, permasalahan klasik akan selalu muncul dalam penggunaan teknologi ini adalah mahal biaya yang akan dikeluarkannya.

**Kata Kunci: Emisi Gas Buang, *Electronic Fuel Injection*, Karburasi**

## **ABSTRACT**

*Air pollution is one of the pollution which can be found easily nowadays in our daily life. The most significant source of the air pollution is come from the emmision of the vehicles, in the big cities more than 90 % air pollution come from it. When we look further to the car engine, there are two type of internal combustion in it so far, these are using carburator and electronic fuel injection (EFI)*

*The study is looking for the differences car emmision quality between carburation internal combustion system and electronic fuel injection system, the result also can be estimate the reduction of the emmision load to the environment*

*This is an obsevasional study using simple random which analyse real sample from existing total emision car sample. There are 120 sample devide in 2 group consist of 60 samples using carbutaor and 60 samples using EFI respectively, from each group divide into 4 group of car engine 1300 cc, 1500 cc, 1800 cc and 2000 cc cylinders The sample analyse using Two way multivariate Analysis of varians (ANOVA), the result shows that internal combustion system significantly influent emmision quality (CO & HC), this study shows that the emmision quality is not and the estimation of air pollution load reduction is 24,06% of HC and 46,74% of CO*

*The goal of the study is to underline that the technology is the effective way to reduce the ir pollution especially air pollution come from vehicles emmision, the obstacles is usually realated to the high cost of the technology it self*

*Keywords : Vehicles emission, carburator, electronic fuel injection*